

# 光活性化による プラスチックの低温接合

JSTイノベーションプラザ京都における育成研究 平成19年度採択課題

「プラスチック表面活性化-接合技術の開発とマイクロ流路プレート製造への展開」

代表研究者 京都大学大学院 工学研究科 教授

杉村 博之



接着性の低いプラスチック基材表面に、真空紫外光励起反応によって極性官能基を導入し反応活性化する。この光活性化面相互の親和性を介してプラスチック部材を接合する光活性化接合技術を開発し、プラスチック製マイクロ流路プレート製造のための、接合・封止技術として応用できることを実証した。

## ■ 研究内容、研究成果

微細な流路を基板上に形成したマイクロ流路プレートは、生化学検査や医療診断分野への応用が始まっている。しかし、現在はガラス製が主流であり、高価なため用途が限定されている。これをプラスチック化することで、大量生産が可能になる。安価なディスポーザブルタイプのマイクロ流路プレートの提供につながり、用途の拡大が期待できる。プラスチック化における重要な技術課題の一つが、プラスチック部材同士を接合し流路を封止する技術である。従来の手法（接着剤による接合や熱融着）では、微細な流路の埋没や変形を回避することが難しかったが、光活性化接合技術によりこの課題を解決した。酸素分子存在下で波長172nmの真空紫外光をプラスチック表面に照射すると、プラスチック高分子の光励起と同時に酸素分子の解離・活性化反応が誘起される。励起高分子と活性化酸素との化学反応によって、プラスチック表面に、反応活性が高く低分子量化により流動性が増した親水性

薄層が形成される。この活性化表面層同士を圧着すると、プラスチックバルクの熱変形温度より十分低い温度でプレートを接合できる。活性化層の厚みはたかだか数十nmかそれ以下であり、流路形状を損なうことのない接合と封止が可能となる。本研究では、透明樹脂であるシクロオレフィンポリマー（COP）、ポリメチルメタクリレート（PMMA）、ポリカーボネート（PC）の3種のプラスチックについて、同種プラスチック間および異種プラスチック間の光活性化接合に成功した。実際にマイクロ流路プレートも試作し、光活性化接合-封止が実用的な接合技術であることを実証した。COPは蛍光センシングのノイズとなる背景蛍光が少ないという性質があるが、光活性化接合には、このCOPの低蛍光性を大きく損なわないという利点がある。本研究で開発した蛍光低減化技術と組み合わせることで、ガラス製プレートに近い低蛍光性のCOPプレートが作れることもわかった。

## ■ 今後の展開、将来の展望

光活性化接合により作製した低蛍光性COPマイクロ流路プレートは、蛍光検出型の医療・バイオシステムへの応用が見込まれており、同分野での実用化を目指す。商業化には、量産時における接合時間を現在の半分に短縮する必要性が見込まれており、接合の高速化が今後の課題となる。また、マイクロリアクターへの応用が顕在化しているので、この分野への対応を進める。さらに将来は、マイクロ流路の高付加価値化、例えば、プラスチック製マイクロ流路と機能ユニットを組み合わせた複合化-高機能プレートの開発、が重要な研究課題となる。この方向を目指した分離用微小細孔カラムとの複合化を、すでに検討し始めている。

学術的な面では、光活性化接合機構の理解に関してまだ不十分な点がある。さらに解析を進め、COP、PMMA、PC以外の多様なプラスチックに光活性化接合がどこまで適用できるのか、その可能性と限界を明らかにすることが、技術的完成度を高める上でも不可欠である。なお、本研究結果からは、様々なプラスチック材料の接合や異種材料間の光活性化接合へと展開するための基礎データが得られている。さらに開発を進めることで、マイクロ化学システム、微小光学素子、マイクロマシン等のさまざまな微小部品・微細システムの基盤生産技術として、幅広い応用展開が期待できる。

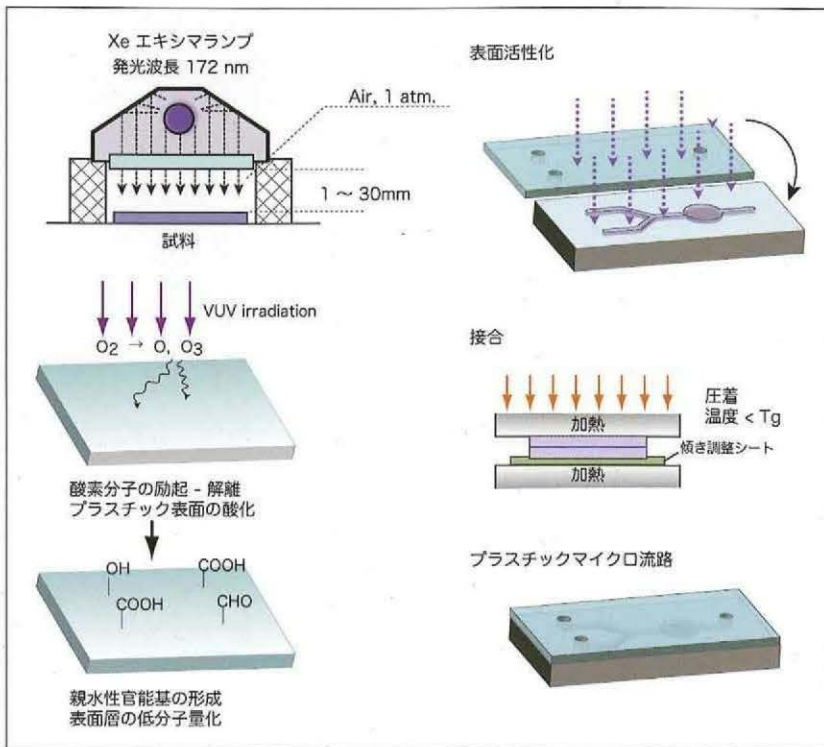


図1 プラスチックの光活性化接合

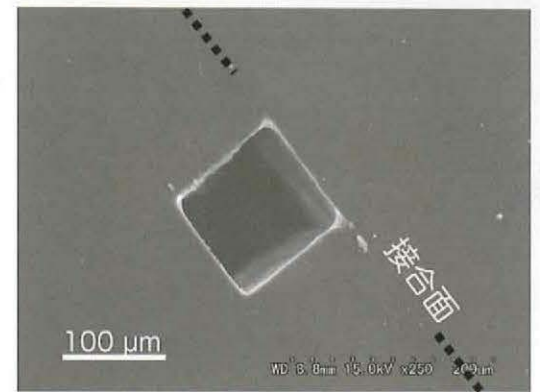


図2 光活性化接合したCOPマイクロ流路の断面SEM像

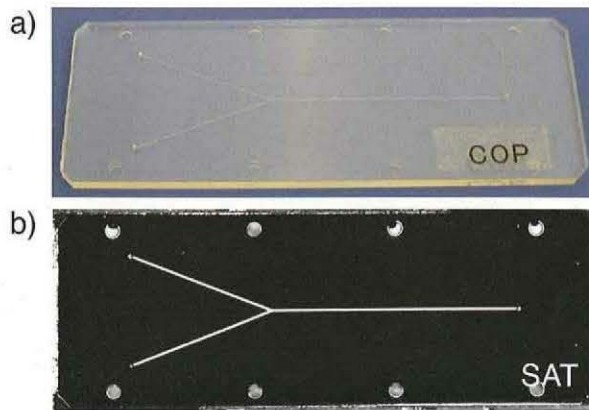


図3 光活性化接合により作製したCOP製マイクロ流路の例。a) 外観写真, b) 超音波探傷像 (Scanning Acoustic Tomograph; 接合が十分で2枚のプレートが密着している部分は黒く, 接着していない部分は白く表示される。Y字型の流路部分を除いて, プレート全体が均一に接合されていることを示している。)

研究体制

- 代表研究者 京都大学大学院 工学研究科 教授 杉村 博之
- 研究者 金 永鍾(京都大学)  
田口 好弘(アルプス電気), 谷口 義尚(アルプス電気), 川村 智(アルプス電気)
- 共同研究機関 アルプス電気株式会社

研究期間

平成20年4月～平成22年3月